



TITLE:

# 2015/16 年に発生した El Niño の事例解析

AUTHOR(S):

塩崎, 公大; 榎本, 剛; 高谷, 康太郎

---

CITATION:

塩崎, 公大 ...[et al]. 2015/16 年に発生した El Niño の事例解析. 平成29年度「異常気象と長期変動」研究集会報告 2018: 105-110: 共同研究（一般共同研究）29K-06.

ISSUE DATE:

2018-03

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/231929>

RIGHT:

## 2015/16年に発生した El Niño の事例解析

塩崎 公大 (京都大学大学院 理学研究科)

榎本 剛 (京都大学防災研究所)

高谷 康太郎 (京都産業大学 理学部)

### 1 はじめに

エル・ニーニョ/南方振動 (El Niño/ Southern Oscillation, 以下 ENSO) は、大気と海洋の相互作用により引き起こされる東部太平洋赤道域の海面水温 (Sea Surface Temperature, SST) の変動で定義される現象である。その変動は海面だけでなく太平洋の水温分布を大きく変え、発生から収束まで 1~2 年程度継続する。熱帯の SST は熱帯大気対流活動を通して、全球の大気循環に大きな影響を及ぼしている。そのため熱帯の SST の変動の大気への影響は、熱帯の大気だけにとどまらず中高緯度の大気にまで及ぶ。このような遠隔影響をテレコネクションと呼ぶ。それゆえ、ENSO はテレコネクションを通して全球の大気にも影響を及ぼし、世界的な異常気象の原因の 1 つとなっている。

ENSO の大気循環場への影響は世界各地で現れるが、特に中高緯度域の北太平洋東部から北米大陸にかけて顕著な大気循環偏差 (Pacific/North American, PNA) パターンを伴うことが知られている。また気温場へ影響も熱帯だけでなく全球規模で現れることが分かっている (Halpert and Ropelewski, 1992)。その中で ENSO がピークを迎えることが多い冬 (12~2 月) の気候は、極東域では El Niño 時は暖冬に、La Niña 時は寒冬になる傾向があるとされている。

極東域の冬季の天候と大循環パターンの関係がすでに指摘されており、極東域の天候が変化するときには 2 つの大循環パターンがある (Takaya and Nakamura, 2013)。それらは極東域上層に南北双極子構造を持った WP-like パターンが位置しているパターンと、ユーラシア大陸上層に波列を持った EU-like パターンが位置しているパターンである。しかしながら、それらの 2 つの大循環パターンと ENSO との関係については詳しく言及されていない。

また、ENSO では東部太平洋の顕著な SST 偏差からの影響に特に注目しがちであるが、El Niño 時に現れるフィリピン海の海面気圧 (Sea Level Pressure, SLP) の偏差が極東域へ向かう南風成分を卓越させることで、極東域の天候に影響を及ぼすことも指摘されている (Wang et al., 2000)。

El Niño は 4~5 年の周期で発生しており (Guillard, 2006)、もっとも最近発生した El Niño は 2014/16 事例である。この事例は 2000 年以降でもっとも強い El Niño であった。1948 年以降に発生した El Niño の中で特に強い 1982/83 事例と 1997/98 事例と比較して、2014/16 事例では発生してからピークを迎えるまでが遅く、東部太平洋の水深 100m 付近の水温偏差が弱いことが報告されている (Hong-Li REN et al., 2017)。しかしながら、この先行研究では太平洋の水温のみに注目しているため、インド洋な

ど他の海域や大気への影響については言及されていない。そこで本研究では、2014/16 事例の中でもピークを迎えた 2015/16 冬を 1982/83 冬と 1997/98 冬と比較する。

### 2 解析手法

本研究で用いたデータセットは Table.1 の通りである。SST, 水温, SLP, 高度, 循環等について、温暖化トレンドを考慮してそれぞれの事例で解析し比較する。本研究の解析に使用した極東域の領域は気象庁定義の NINO.3 インデックスと 850hPa 面の気温の相関係数 (Figure.1) と Takaya and Nakamura (2013) を参考に設定した。その領域は Takaya and Nakamura (2013) で使用された領域よりも東に 5 度拡張した。Figure.1 を見ると、相関係数の高い領域が日本の南側に位置しており、それをよりカバーするためである。

### 3 結果

2015/16 事例は 1982/83 事例と 1997/98 事例と比較して、以下の点に相違が見られた。

#### 3.1 高度・気温

NINO.3 インデックスと 850 hPa 面における極東域の気温偏差との関係は、1982/83 事例は 2 番目の強さで寒冬傾向、1997/98 事例はもっとも強く暖冬傾向、2015/16 事例は 3 番目に強く中立である (Figure.2)。北半球 500 hPa 面の高度場に注目すると、2015/13 事例は 1982/83 事例と比較して、振幅は異なるがその高度偏差の分布はよく似ていることが分かる。極東域に注目すると、3 つの事例ともに日本の東側と中国で逆符号の南北双極子状の高度偏差が見られる (Figure.3)。日本の東側の南北双極子状の高度偏差により日本の天候には暖冬傾向が見られるが、中国上の南北双極子の影響により中国では寒冬傾向がみられる。したがって、極東域の天候はこれら 2 つの南北双極子状の高度偏差の強さのバランスに依存する。そのため、3 つの事例で天候が異なっている。

#### 3.2 SST と熱帯表層水温

まず SST に注目すると (Figure.4)、1982/83 事例と 1997/98 事例では東部太平洋赤道域の SST 偏差の中心が東よりの東部太平洋型の El Niño であり、フィリピン海から伸びる馬蹄形 (北東および南東方向に見られる) の負偏差が明瞭である。一方で、2015/16

事例では中央太平洋型の El Niño であり、太平洋およびインド洋の SST は全体的に高い状態で太平洋上の馬蹄形の負偏差も見られない。

次に水温に注目すると (Figure.5) 1982/83 事例と 1997/98 事例では太平洋とインド洋に顕著な水温の変化が見られる。太平洋では東部太平洋水深 60–120 m にかけて顕著な正偏差が見られ、日付変更線の水深 150 m 付近に顕著な負偏差が見られる。インド洋では水深 60–120 m において、東経 75 度を境界にして西側に正偏差、東側に負偏差が見られる。一方で、2015/16 事例ではいずれの偏差も弱く、特にインド洋の偏差はあまり見られず中立に近い値となっている。しかしながら、東部太平洋の正偏差の表層への露出は 2015/16 事例がもっとも西側まで広がっている。

### 3.3 熱帯の循環

まず水平方向の循環に注目すると (Figure.4)、1982/83 事例と 1997/98 事例ではフィリピン海上の SST の負偏差が見られ、それによって高気圧性循環が励起されるため、日本に向かう南風が卓越している。2015/16 事例ではフィリピン海上の SST の負偏差が非常に弱く、フィリピン海上の高気圧性循環偏差は見られない。しかしながら、日本の東側の強い高気圧性循環偏差により日本へ向かう南風は卓越している。

次に鉛直経度方向の循環であるウォーカー循環に注目すると (Figure.6) 1982/83 事例と 1997/98 事例では対流の中心は日付変更線より東側である。しかし、2015/16 事例では対流の中心は日付変更線上であり、対流の強度は 3 つの事例の中でもっとも強い。西太平洋の対流抑制およびインド洋の対流の変化は 1997/98 事例がもっとも強く、2015/16 事例は 1982/83 事例とよく似ている。

また、東部太平洋赤道域の顕著な SST 偏差に向かって吹き込む西風偏差が 2015/16 事例では他の 2 事例と比較して弱い。このことは他の 2 事例と違い、中央太平洋型の El Niño であったことに矛盾しない。

## 4 まとめ

2014/16 事例はもっとも最近発生した El Niño であり、2000 年以降でもっとも強い El Niño であった。ピークを迎えるまでには太平洋の SST の変動に違いが見られ、ピークを迎えた 2015/16 事例は熱帯の水温や循環に大きな相違が見られるが、中高緯度大気の応答は 1982/83 事例に似ていることが分かった。特に極東域において、2 つの南北双極子構造を持つ高度偏差により、極東域の天候が特徴付けられている点は 3 つの事例で共通している。これらの南北双極子構造を持つ高度偏差が極東域の天候に関係しており、日本では暖冬傾向が見られ、中国では寒冬傾向が見られる。

また、中央太平洋型の El Niño というだけでなく、水深 200 m 以内の水温偏差にも違いが見られ

た。2015/16 事例では 2 つの事例と比較し、東太平洋赤道域水深 60–120 m 及び 150 m の水温偏差が弱い、表層への正偏差の広がりははもっとも西側へ広がっていた。この水温偏差の振幅の違いは先行研究でも述べられているが、インド洋の水温偏差の違いについては指摘されていない。このインド洋の偏差は 1982/83 事例と 1997/98 事例では夏から秋にかけて発達するが、2015/16 事例では発達しなかった (図略)。今回の解析ではこのインド洋の水温偏差の違いを発見したものの、発達しなかった原因については明らかに出来なかったため、これは今後の課題として残されている。

## 参考文献

- Gill, A. E., 1980: Some simple solutions for heat-induced tropical circulation, *Q. J. Roy. Met. Soc.*, **106**, 447–462.
- Guilyardi, E., 2006: El Niño-mean state-seasonal cycle interactions in a multi-model ensemble, *Clim Dyn.*, **26**, 329–348.
- Halpert, M. S., and C. F. Ropelewski, 1992: Surface temperature patterns associated with the Southern Oscillation. *J. Climate*, **5**, 577–593.
- Hong-Li REN, Run WANG, Panmao ZHAI, Yihui DING, and Bo LU, 2017: Upper-Ocean Dynamical Features and Prediction of the Super El Niño in 2015/16: A Comparison with the Cases in 1982/83 and 1997/98. *J. Meteor. Res.*, **31**, 278–294.
- Takaya, K. and H. Nakamura, 2013: Interannual variability of the East Asian winter monsoon and related modulations of the planetary waves. *J. Climate*, **26**, 9445–9461.
- Wallace, J. M. and Gutzler, D. S. 1981: Teleconnection in the Geopotential Height Field during the Northern Hemisphere Winter. *Mon. Wea. Rev.*, **109**, 784–812
- Wang et al., 2000: Pacific-East Asian teleconnection: How does ENSO affect East Asian climate? *J. Climate*, **13**, 1517–1536

Table 1: データセット

	データ (monthly)	格子間隔	期間
気温・高度 ・SLP・風	NCEP Reanalysis-1	$2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$	1948~2016/17
気温・高度・風	NCEP Reanalysis-2	$2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$	1980~2016/17
SST	Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v5	$2.0^{\circ} \times 2.0^{\circ}$	1918~2016/17
水温・塩分	Global Ocean Data Assimilation System (GODAS)	$0.333^{\circ} \times 1.0^{\circ}$	1980~2016/17

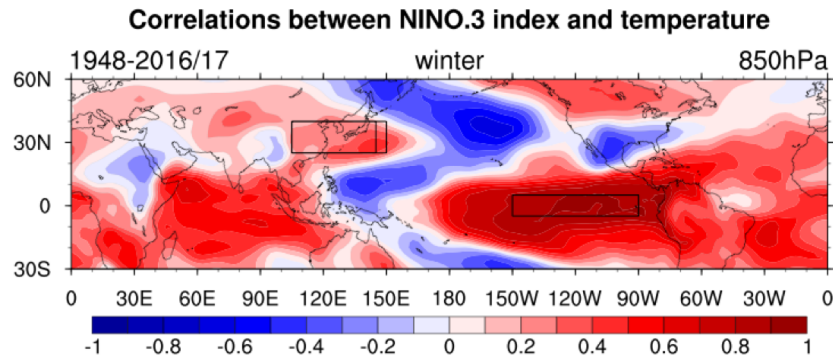


Figure 1: 1948 年以降の NINO.3 のインデックスと極東域の気温偏差 (K) との相関関係を示す。四角で囲った領域は西側から、Takaya and Nakamura (2013) で定義された領域、それより東側に 5 度大きい領域は本研究で使った領域、NINO.3 の領域である。気温は Reanalysis-1、NINO.3 index は ERSST v5 を用いた。

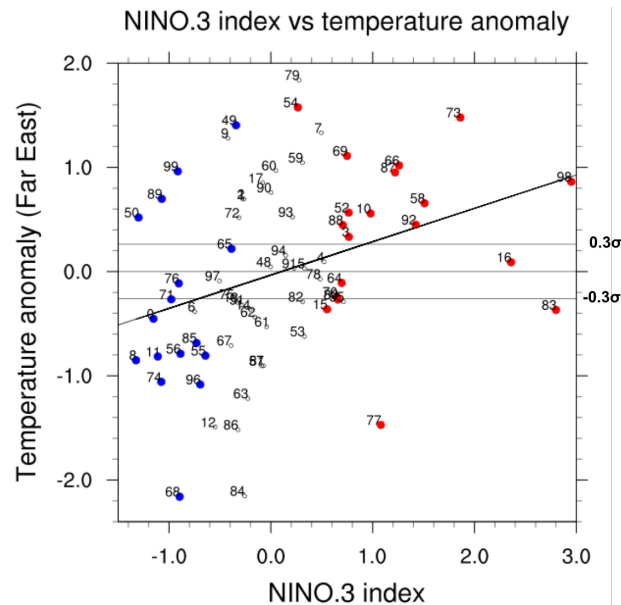


Figure 2: NINO.3 のインデックスと 850 hPa 面の極東域の気温偏差 (K) との関係を示す。1948 年以降の冬をプロットし、赤色が El Niño、青色が La Niña、白色が通常の事例を示す。気温は Reanalysis-1、NINO.3 index は ERSST v5 を用いた。

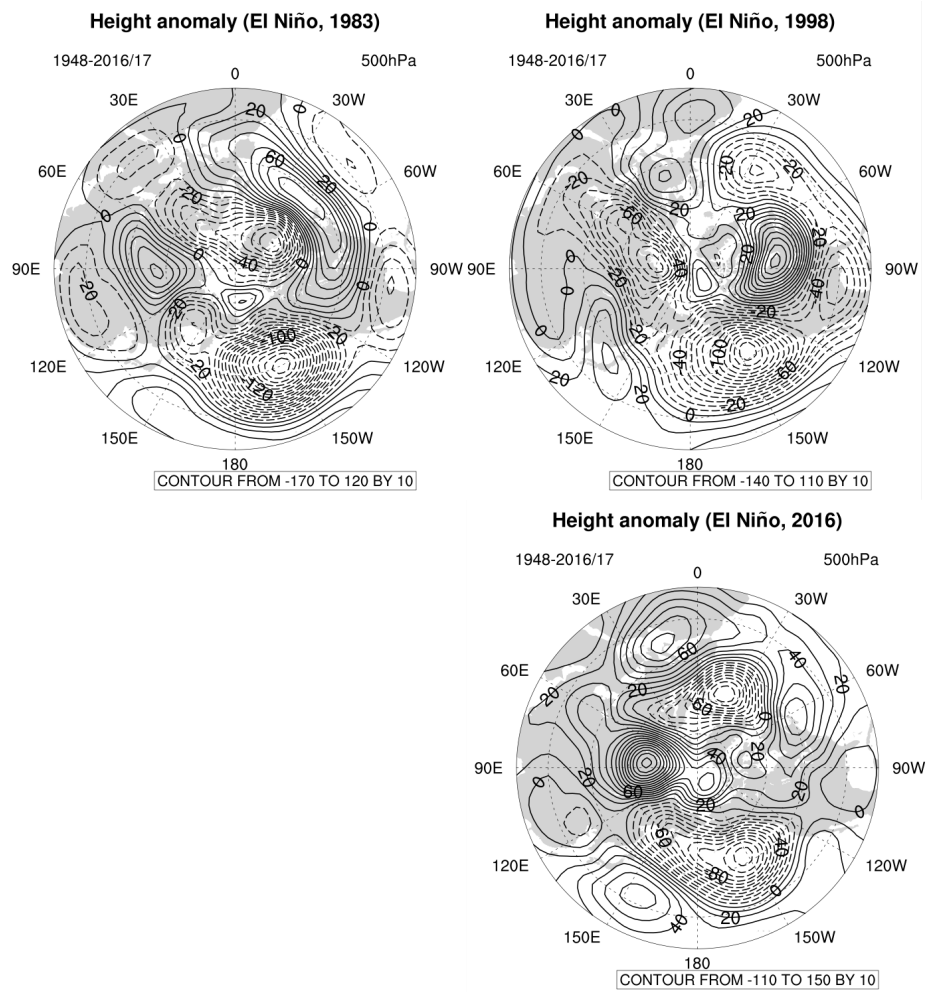


Figure 3: 500 hPa 面の高度偏差 (m) を示す。上段左が 1982/83 事例、上段右が 1997/98 事例、下が 2015/16 事例である。Renalysis-2 を用いた。

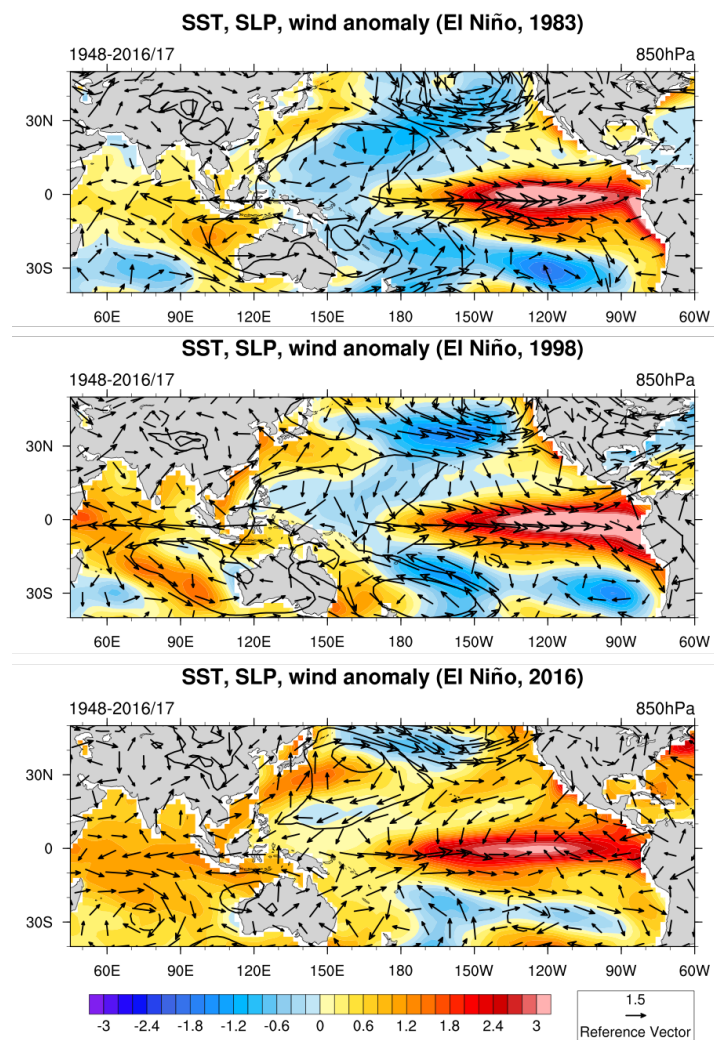


Figure 4: SST (K)、SLP (hPa)、風 (m/s) の偏差を示す。カラー、コンター、ベクトルがそれぞれ SST、SLP、風を表す。SLP、風は Renalysis-1、SST は ERSST v5 を用いた。

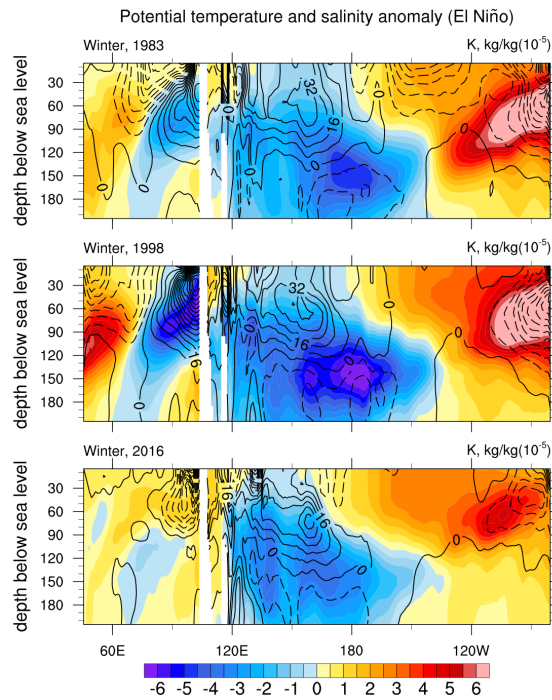


Figure 5: 水温 (K) と塩分 (  $\times 10^{-5}$ kg/kg) の偏差を示す。カラー、コンター、ベクトルがそれぞれ SST、SLP、風を表す。GODAS を用いた。

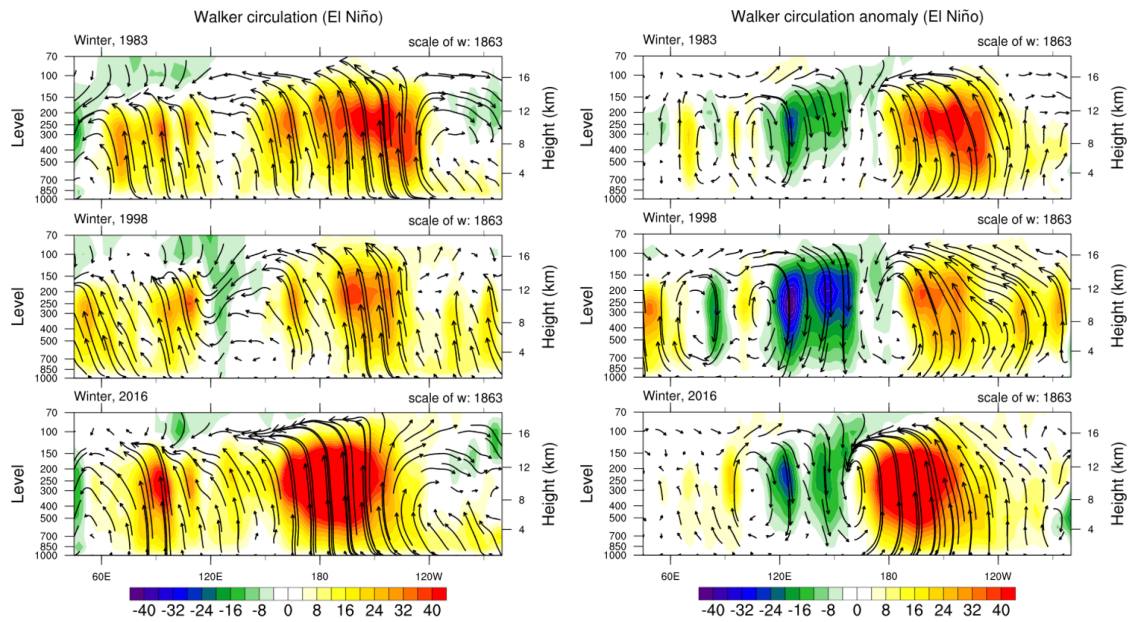


Figure 6: 左がウォーカー循環、右がその偏差を示す。上段から 1982/83 事例、1997/98 事例、2015/16 事例を示す。ベクトル、カラーは北緯 5 度から南緯 5 度で平均した風、鉛直流  $w$  の大きさを示す。ただし、鉛直流  $w$  はスケールハイト  $H = RT/g$  を用いて、 $w = -(H/p)\omega$  として導出 ( $T = 300$  K)、 $\omega$  は Renalysis-2 を用いた。